



实验成绩	
教师签字	
批改日期	

实 验 报 告

题 目：单色仪定标

学 院：物理学院

学 号：11210615

姓 名：石航瑞

实验地点：唐敖庆楼 B 区

实验时间：2022 年 4 月 27 日

一、实验原理

单色仪由入射准直系统、色散系统和出射聚光系统三部分构成。

首先对于入射准直系统，其由凹面反射镜 M_1 ，与位于其焦平面上的狭缝 S_1 组成，入射光线经 M_1 ，反射后变成平行光束投射到平面反射镜 M 上。

其次，色散系统由等边棱镜 P 和平面反射镜 M 构成“沃兹沃思色散系统”，它们被放置在一个转台上。转轴是棱镜顶角平分面与底面的交线（过棱镜底边中心 O 且垂直于纸面），而且棱镜 P 与反射镜 M 间相对位置始终不变。该色散系统能使满足最小偏向角的光线从棱镜射出后，仍平行于原来的入射光线，相互间仅发生一定平移。随着系统的转动，入射到棱镜上的复色光的入射角将连续地发生变化，那些以最小偏向角从棱镜出射的不同波长的光，将依次从出射狭缝 S_2 中心射出。色散系统的转动由仪器下方的鼓轮来调节，鼓轮读数与棱镜的位置相对应，因而也与出射光的波长有一一对应的关系。只要有了单色仪的定标曲线——鼓轮读数与谱线波长的对应曲线，就可以从鼓轮读数确定出射光的波长。

而出射聚光系统由出射狭缝 S_2 ，和凹面反射镜 M_2 组成， M_2 的作用是将以最小偏向角从棱镜出射的单色平行光会聚到出射狭缝 S_2 平面上，并从 S_2 中心射出。出射狭缝 S_2 与入射狭缝 S_1 在光路上是共轭的，其宽度可通过缓慢地旋转鼓轮来调节，同样，缝宽的数值可由鼓轮读数读出。

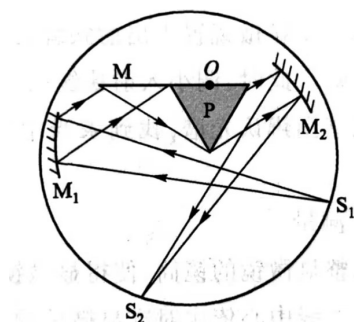


图1 GW-5A 单色仪结构光路图

确定出射光波长与鼓轮读数的对应关系的过程称为定标。以谱线波长为纵坐标，鼓轮读数为横坐标的关系曲线称为单色仪的定标曲线。

可借助某些光源的已知波长的谱线进行定标曲线的绘制，一般选择谱线尖锐的气体灯，如汞灯、钠灯、氢灯、氘灯等。本实验采用汞灯定标，其在可见光范围内的特征谱线分布及波长可参考实验室中的光谱图。

二、实验步骤

1. 点亮汞灯预热20分钟。
2. 调整单色仪入射狭缝宽度为0.5mm左右，出射狭缝宽度2mm左右。前后调节会聚透镜的位置。
3. 使汞灯发出的光会聚到入射狭缝上，并均覆盖整个狭缝，有时还需调节

透镜的左右和高度。

4. 将一张白纸置于出射狭缝前，旋转鼓轮（棱镜），使白纸上呈现出较宽的黄色谱线。

5. 将显微镜置于出射狭缝处，调节显微镜的位置，使视野中观察到的汞灯谱线最清晰，显微镜与出射狭缝的参考距离为一个小手指的长度。谱线清晰的标准是谱线两侧的边缘清楚，不论往前或者往后移动显微镜，谱线的边缘都变模糊。当看到的谱线最清晰时，显微镜的位置就不要动了，此时也是对出射狭缝调焦的位置。由于入射狭缝宽度比较大，这个时候看到的可能是比较宽的一条黄线，双线结构还没有分开。

6. 清晰地看到黄线后，在导轨上前后调节会聚透镜的位置，让视野里看到的黄线最亮。调小入射狭缝的宽度，通过显微镜观察到黄色谱线呈现双线结构。双线明显分开就可，入射狭缝不要过小。

7. 旋转鼓轮找到红线1、2、3线。123线中最亮的2线很容易看到，3线亮度次之，1线有些台子就看不清了。这个时候仔细调节会聚透镜的前后左右，让123线的亮度达到最亮，从而达到最佳的会聚效果。如果有些台子无论怎么调节都看不到1线，具体测量的时候从2线开始测量。

8. 对照汞灯谱线示意图，观察显微镜，旋转鼓轮，从1线开始依次观察到14线的所有谱线。

9. 使显微镜的十字叉丝对准红线1线的中心位置，缓慢旋转鼓轮，使各谱线中心依次对准显微镜的叉丝，分别记下鼓轮读数 N 与谱线波长 λ 。为了避免回程差，应采用从红光到紫光的方向测量，再从紫光到红光测量，重复测量2次，取平均值。

三、实验数据

表1 实验鼓轮读数

	波长(nm)	鼓轮读数(mm)	鼓轮读数(mm)	$\overline{N}(mm)$
		红→紫	紫→红	
1	/	/	/	/
2	690.8	14.685	14.678	14.682
3	/	/	/	/
4	623.4	15.198	15.175	15.187
5	612.3	15.285	15.218	15.252
6	607.2	15.325	15.316	15.321
7	579	15.621	15.597	15.609
8	576.9	15.669	15.617	15.643
9	546.1	16.017	15.991	16.004
10	496	16.775	16.771	16.773
11	491	16.862	16.862	16.862
12	435.8	18.191	18.185	18.188
13	407.8	19.159	19.153	19.156
14	404.7	19.279	19.271	19.275

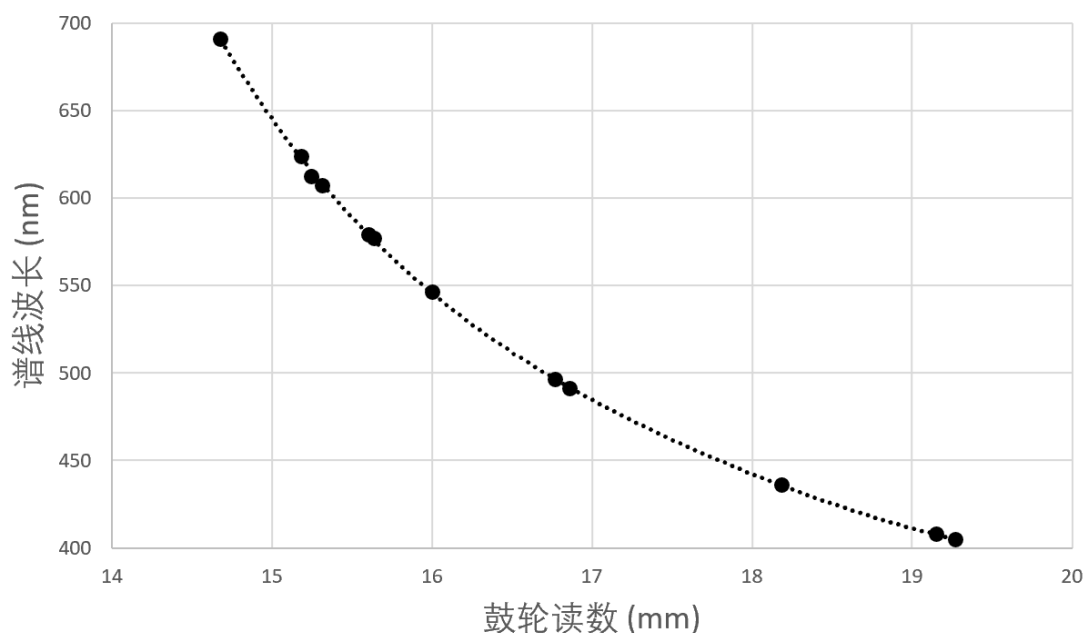


图 1 单色仪定标曲线

表 2 未知谱线的鼓轮读数

	鼓轮读数(mm) 红→紫	鼓轮读数(mm) 紫→红	$\overline{N'}(mm)$
x_1	16.628	16.625	16.627
x_2	16.665	16.664	16.665

代入上图描点可以得到波长为496nm的谱线左侧两条光谱线的波长分别为：504.5nm和 502.3nm。

四、 思考题

1. 单色仪采用反射式结构的优点是什么？

优点是出射光平行性较好，且对不同波长的光汇聚的像没有位置区别，无像差。

2. 沃兹沃斯色散系统的光学特点是什么？如何证明由出射狭缝 S_2 中心出射的光线处在最小偏向角状态？

特点为满足最小偏向角入射的平行光出射后仍然平行于入射光线。仪器中 M_1, M_2 已调整到以最小偏向角入射到 M_2 才可从 S_2 中心出射，且 M_1, M_2 均已固定，因此从 S_2 出射的光必处在最小偏向角状态。

3. 单色仪的单色性是由什么决定的？

由棱镜的色散能力，狭缝的宽度和仪器精度三者决定。

4. 高压汞灯的光谱由什么特点？在可见光范围内有几条最强的谱线？它们的颜色、波长如何？

光谱呈现光强不同的分立的特征谱线。最强的几条谱线为两条黄线，波长为 $579.0nm$ 和 $756.9nm$ ；一条绿线，波长为 $546.1nm$ ；以及两条蓝线，波长分别为 $496.0nm$ ， $491.6nm$ 。

5. 应选用多大的坐标纸来作 $\lambda - N$ 定标曲线？根据是什么？

横坐标 N 跨度约 $5mm$ 精度为 $0.01mm$ ，纵坐标跨度约为 $300nm$ 精度为 $1nm$ 则至少应选横坐标具有 500 个小格，纵坐标有 300 个小格的坐标纸